Verbessertes Stickstoffmanagement durch gezieltes Kohlenstoffmanagement

Wie wir durch Zugabe kohlenstoffreicher Substrate die Nitratkonzentration im Boden senken können

28. Mai 2024 I Nicolas Brüggemann und Team INPLAMINT

Institut für Bio- und Geowissenschaften – Agrosphäre (IBG-3), Forschungszentrum Jülich

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium für Bildung und Forschung

BONARES

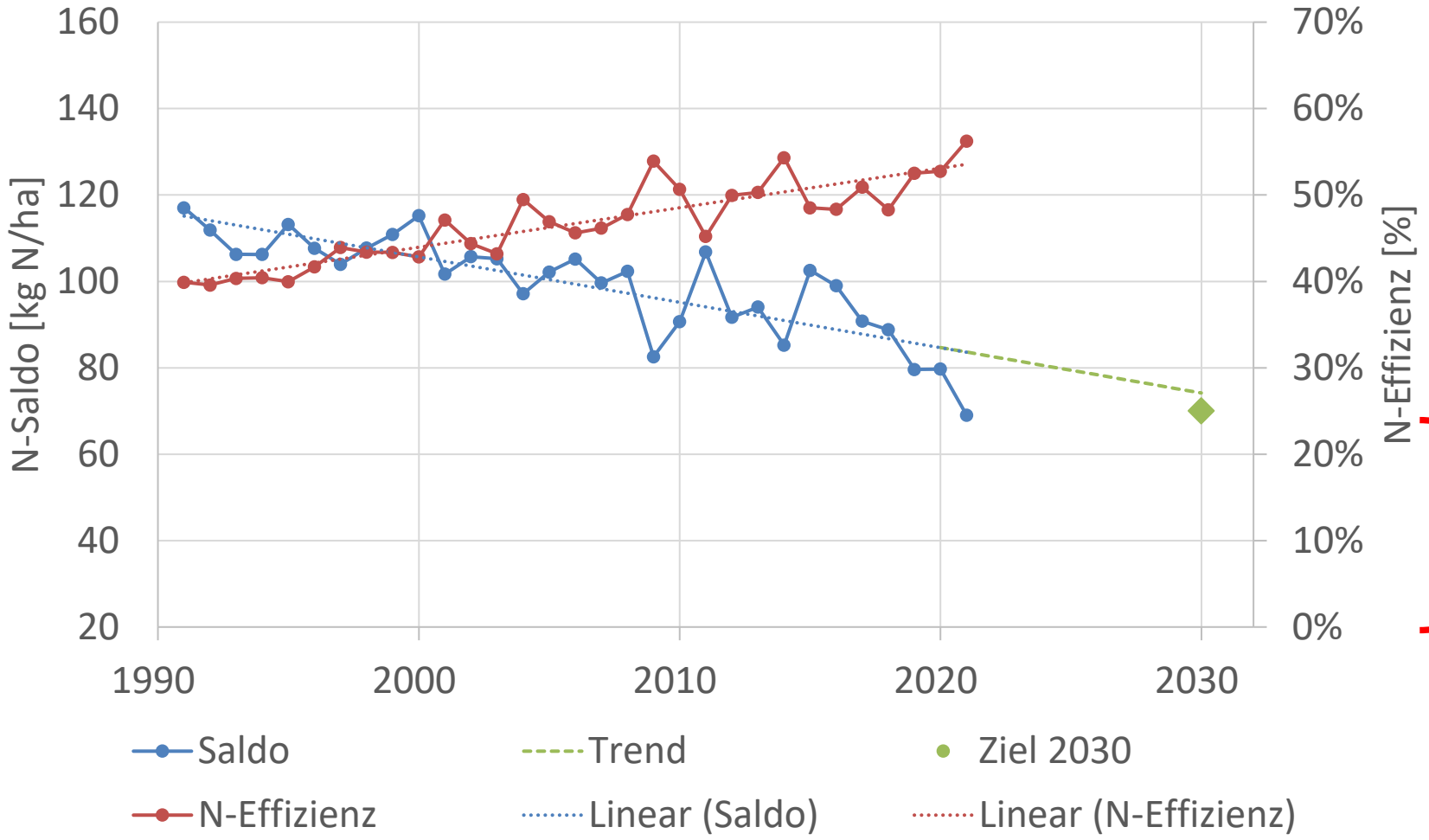
inplamint

JÜLICH Forschungszentrum

Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft

Problem: Überschuss der Stickstoff-Flächenbilanzen in Deutschland

Entwicklung der Brutto-N-Bilanz und N-Effizienz des Sektors Landwirtschaft in Deutschland

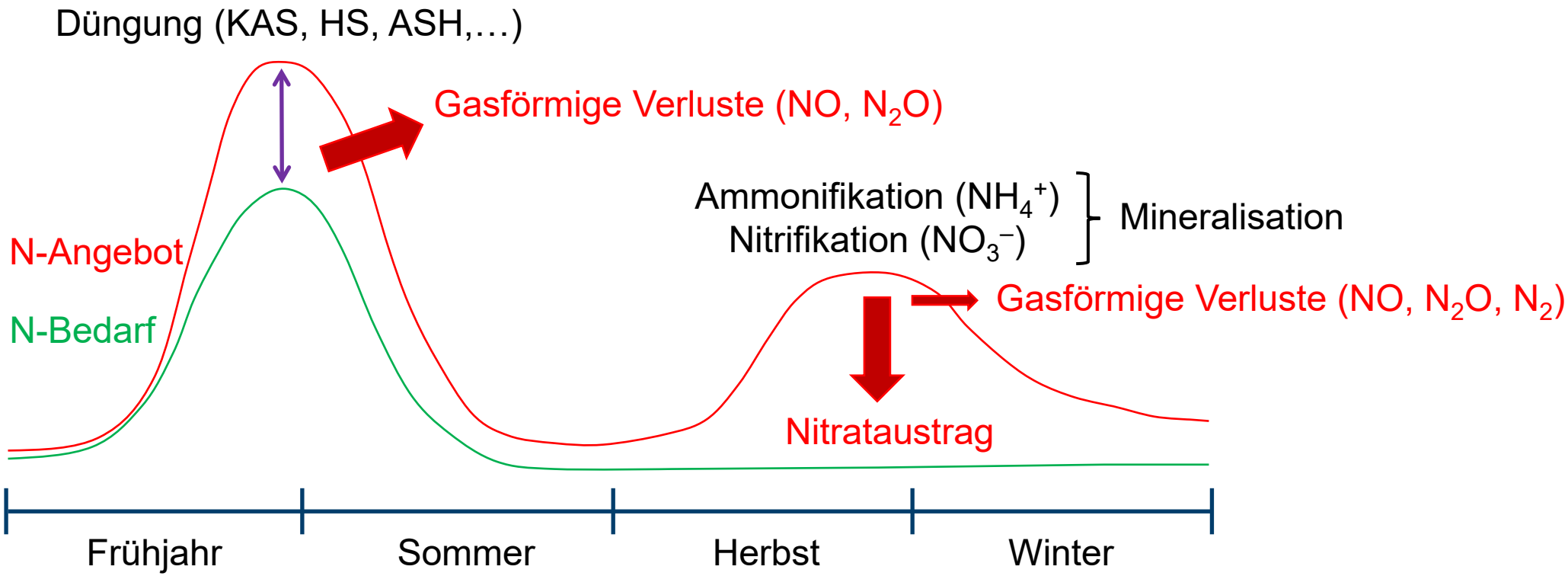


Die Landwirtschaft ist auf einem guten Weg!

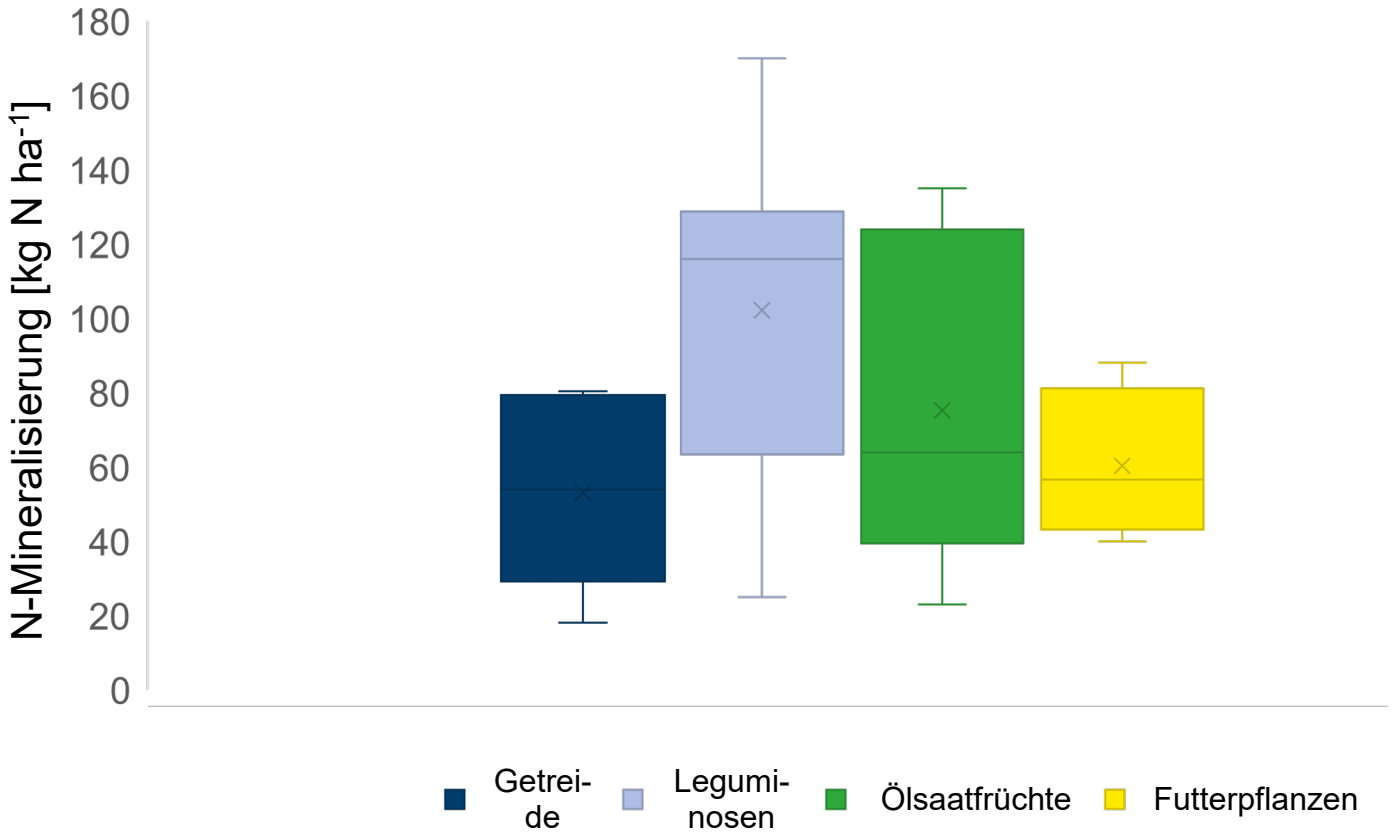
Aber:
Die landwirtschaftlichen Flächen in DE verlieren noch immer **70 kg N pro Hektar und Jahr!**

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung
BONARES
inplanint
JÜLICH Forschungszentrum

Grund: Ungleichgewicht zwischen N-Angebot und N-Bedarf, besonders im Herbst!



Grund: N-Freisetzung im Boden durch Mineralisierung nach der Ernte



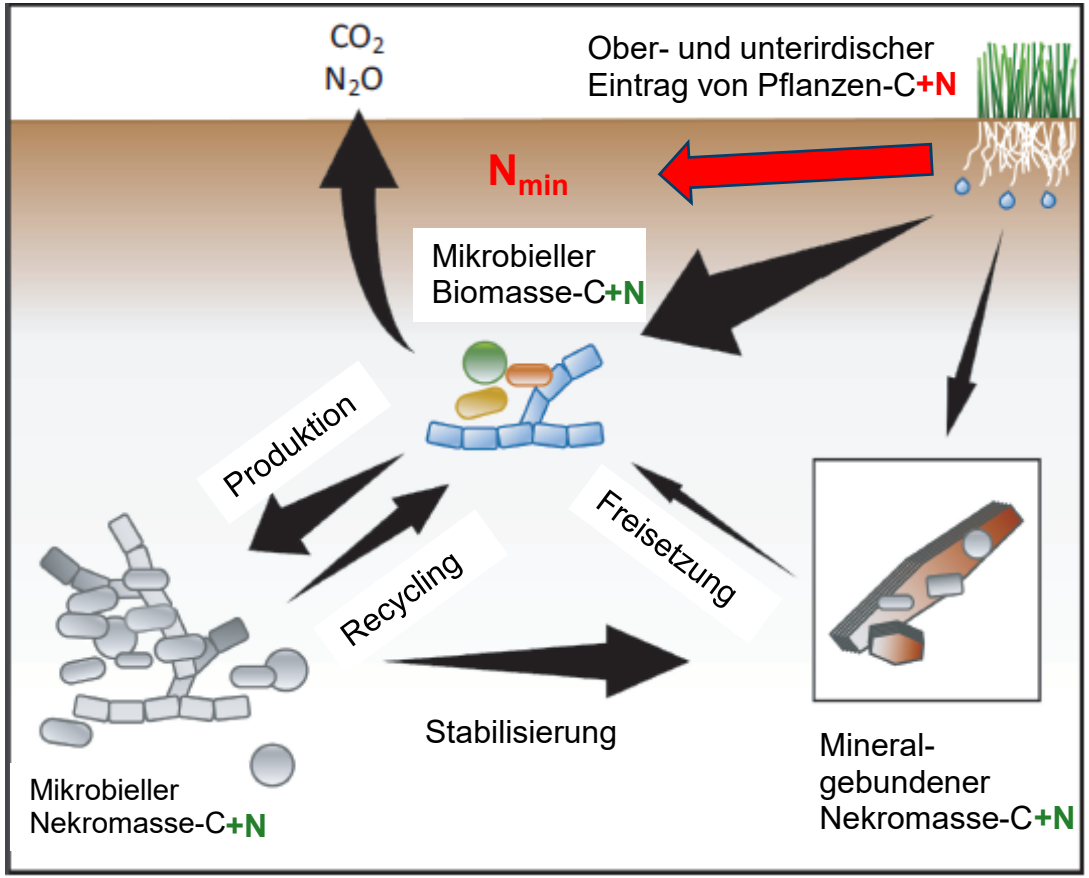
Es können **>100 kg N ha^{-1} allein durch Mineralisierung** von Ernterückständen im Herbst, insbesondere durch Abbau von Leguminosen-Ernteresten, freigesetzt werden!

N-Aufnahme durch Winterweizen bis zum Vegetationsende im Herbst: **max. 20 kg N ha^{-1}!**

Y. Khadraoui, MSc-Arbeit, FZ Jülich / Uni Bonn, 2021

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung
BONARES
inplanmint
JÜLICH Forschungszentrum

Ansatz: Verwendung mikrobieller Biomasse als „Zwischenfrucht“, wenn eine echte Zwischenfrucht nicht möglich ist (z. B. Wintergetreide)



Adaptiert von Buckeridge et al. (2022) Functional Ecology 36, 1396–1410

Aber: Streuzersetzung von N-reichen Ernteresten kann zusätzliches N_{min} liefern, welches nicht mikrobiell gebunden werden kann!

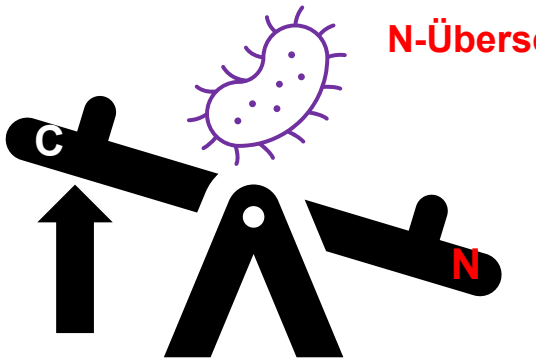
Wo es mikrobiellen C gibt, gibt es auch mikrobiellen N! (C:N-Verhältnis 6:1 bis 8:1)

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung
BONARES
inplanmint
JÜLICH Forschungszentrum

Was entscheidet darüber, ob ein Boden N binden kann oder nicht?

Die C-Verfügbarkeit für die Mikroorganismen im Boden!

Typische Situation im Herbst



N-Überschuss

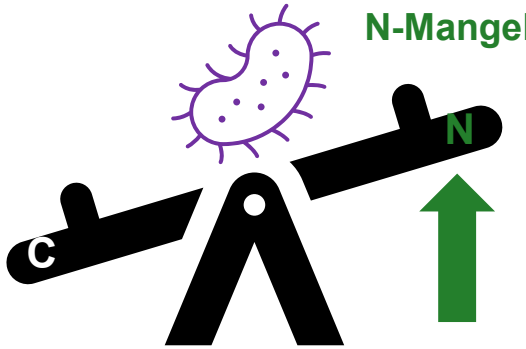
C-Aufnahme aus dem Boden

< C-Nutzungseffizienz
< N-Bindung

Ein C-armer Boden kann kaum überschüssigen N binden, da die Mikroorganismen viel Energie aufwenden müssen, um an C zu kommen!

Kritischer Grenzwert von ca. 1% SOC

Situation nach C-Einarbeitung



N-Mangel

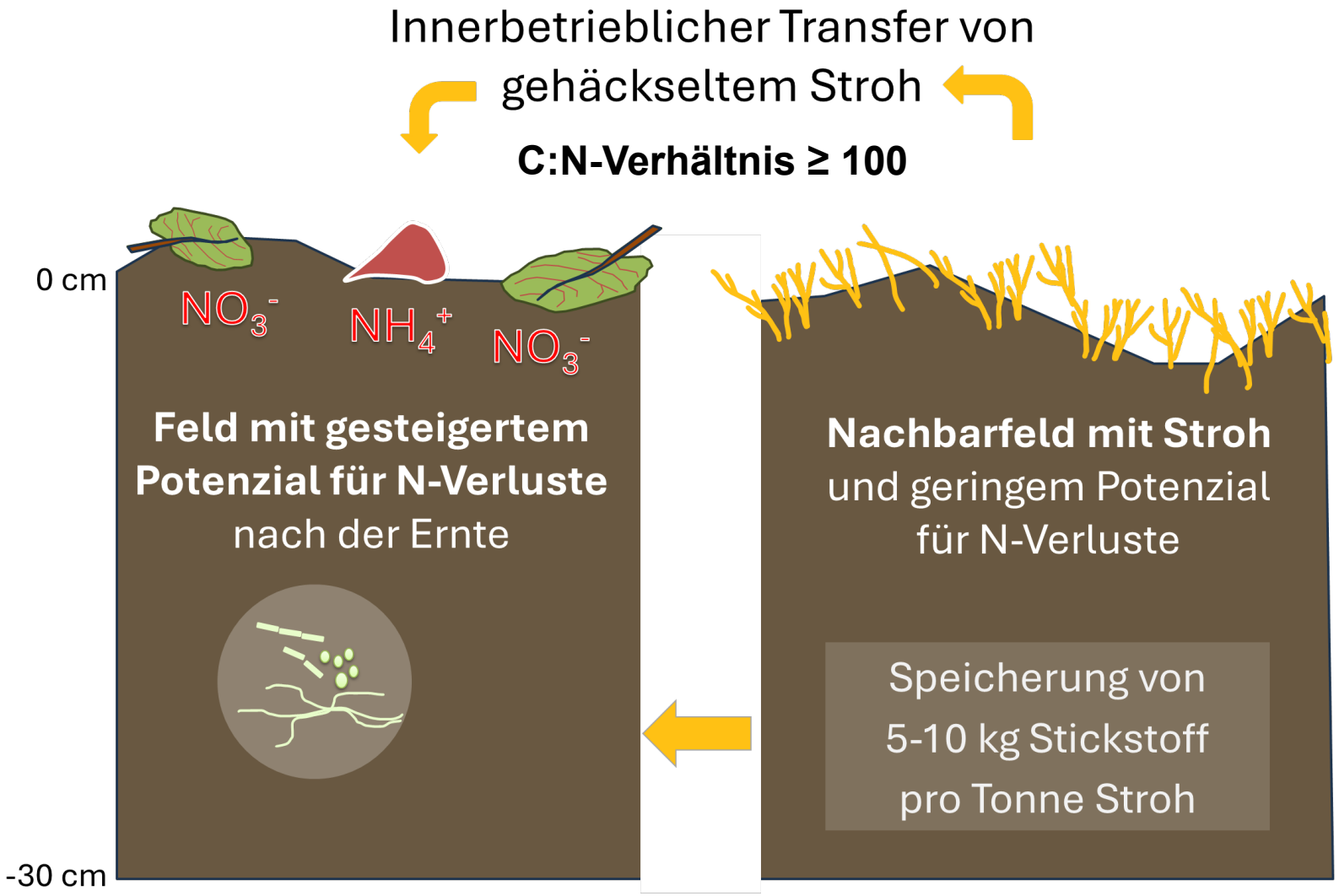
N-Aufnahme aus dem Boden

> C-Nutzungseffizienz
> N-Bindung

Wenn das Angebot an leicht verfügbarem C im Boden erhöht wird, sind die Mikroorganismen gezwungen, N aus dem Boden aufzunehmen!

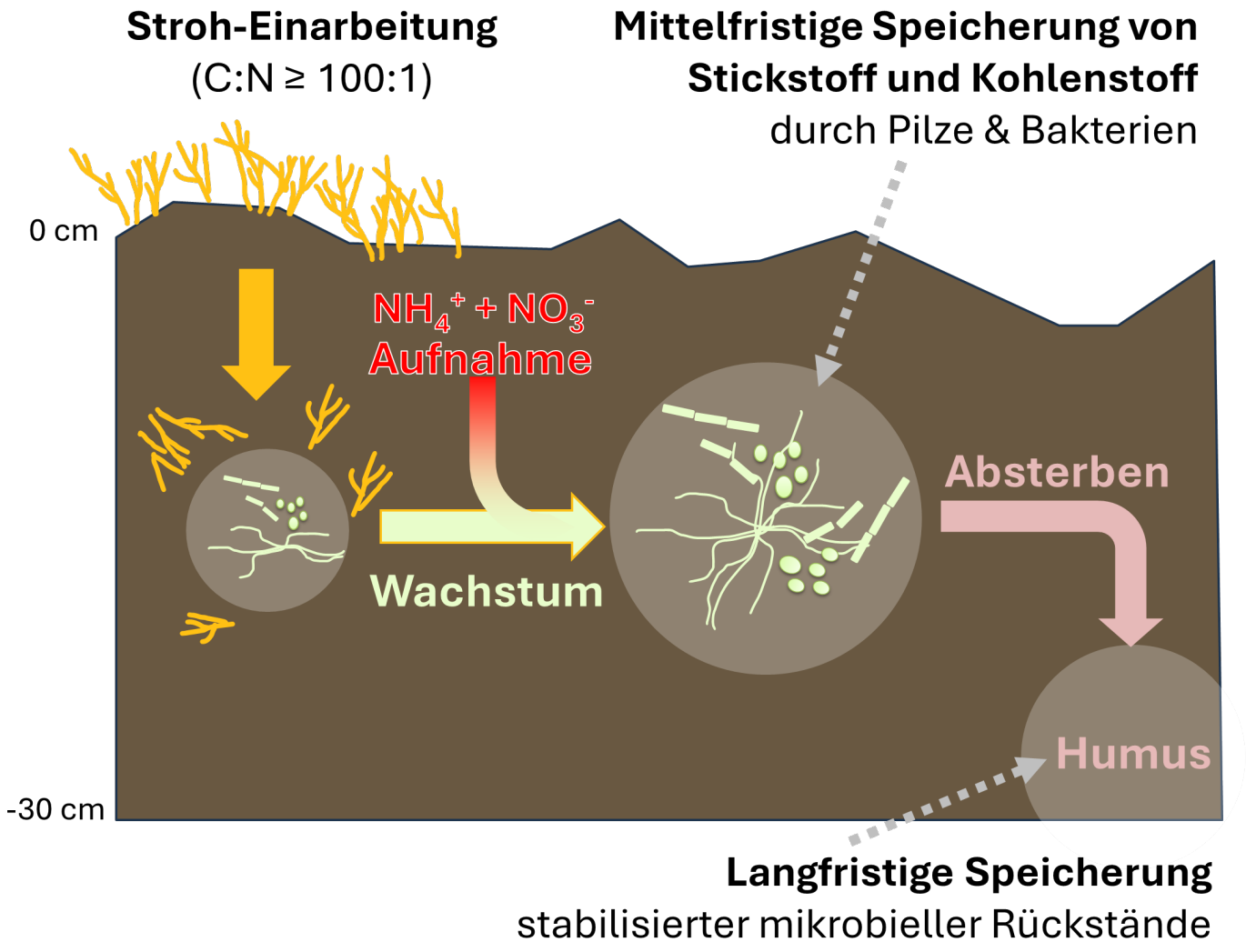
GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung
BONARES
inplanmint
JÜLICH Forschungszentrum

Management der N-Speicherung



GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung
BONARES
inplanint
JÜLICH Forschungszentrum

Mikrobielle N-Speicherung durch Einarbeitung von Ernterückständen



Der überschüssige Stickstoff wird langfristig in mikrobieller Biomasse bzw. mikrobieller Nekromasse (toter Biomasse) gebunden.

Damit trägt der überschüssige N auch zur C-Speicherung (Humusaufbau) im Boden bei, denn keine C-Speicherung ohne Stickstoff!

Zusammenfassung und Ausblick

- Höchste N-Verluste in der gemäßigten Zone im Winter
- Vor-Winter-N-Aufnahme von Winterkulturen geringer als N-Angebot aus Mineralisation
- Erhebliche Reduktion des Nitratgehalts über mehrere Monate durch Stimulation der mikrobiellen Biomasse
- Stärkste Reduktion von N_{min} durch Cellulose oder eine Kombination aus Stärke und Cellulose
- ~25-50% der leichter verfügbaren Substrate (Weizenstroh, Cellulose, Stärke) werden über Winter zu CO_2 abgebaut.
- N_2O-Emissionen durch die C-Substrate nicht oder nur mäßig erhöht

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung
BONARES
inplamint
JÜLICH Forschungszentrum

Problematik und Ausblick

- Bei Strohverlagerung potenzielle Pathogenproblematik beachten
- Stroh ist ein begehrter Rohstoff -> mögliche Konkurrenzsituation
- Cellulose ist nicht zu einem in der landwirtschaftlichen Praxis abbildbaren Preis verfügbar
- Aber: Einsatz möglicherweise in Gebieten mit sehr hohem Nitratauswaschungsrisiko angezeigt
- Ökosystemleistung müsste aber dem/der Landwirt/in honoriert werden
- Mittelfristige Vision: Mikrobielle Produktion von Cellulose oder celluloseähnlichen Substraten aus Carbon-Capture-&-Storage-CO_2

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

Danksagung

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung
BONARES

- Finanzielle Förderung durch das BMBF im Förderprogramm “Boden als nachhaltige Ressource” (BonaRes), Projekt INPLAMINT, FKZ 031B1062A-G

- Team INPLAMINT